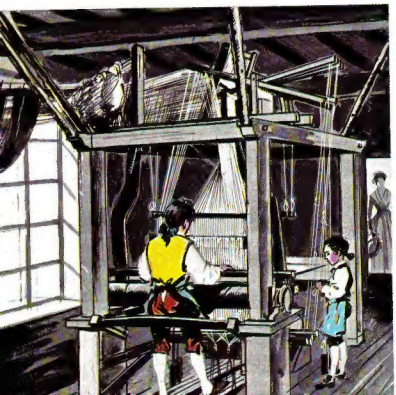
# سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

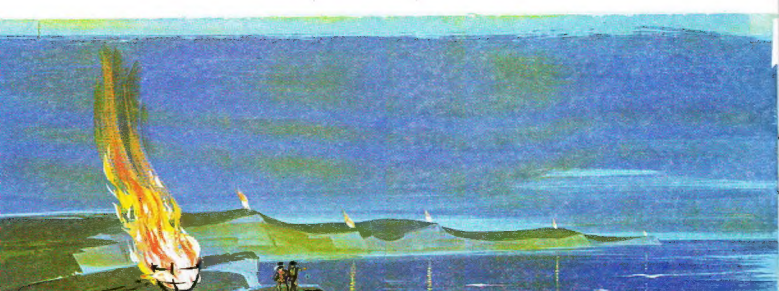
## مِنَ الحِرَفِ اليَدَويّة إلى الصّناعَة

- تلغراف "شاپ" أول وسيلة للاتصال البعيد المدى
- مِنَ النَسيج البدائيّ إلى نَول الحياكة
- الدراجة الأولى وتَرَيُّثها



Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

منشورات مكتبة سمير
شارع عزوز - بيروت
تلفون ٢٣٨١٨١-٢٢٦٠٨٥



عام ١٥٨٨ ، نيران مُضرمة على الشاطىء الإنكليزيّ ، تنقل ، من تلّة الى تلّة ، الأنباء المتعلّقة بوصول « الأرمدا » ، ذلك الاسطول الذي لا يُقهر ، والذي بعث به ملكُ إسبانيا فيليب الثاني ، ليثأر « لماري ستيوارت ، وليُسقط إليصابات الأولى عن عرشها . الواقـع أن العاصفـة قد دمّرت ذلك الأسطول الضخم .

# تلغراف « شاپ » أول وَسيلة للاتصال البَعيد المدى

عندما نعودُ الى تاريخ الأقدمين المُغرقِ[١] في القِدَم ، تُطالِعُنا عندهم دائماً محاولةٌ من مُحاولاتِ الاتّصال القريب أو البعيد . وقد لجأوا فيه ، إمّا إلى الإشارات البَصَريَّة ، فاستخدموا مثلاً النورَ ليلاً ، والدخانَ نهاراً ؛ وإمّا إلى الإشارات السمعيّة ، فاستخدموا أنواعاً من الصناديقِ الرنّانة ، التي تحمِل الصوتَ إلى مدىً[٢] لا تبلغُه الحَنجرةُ العاديّة .

وهكذا أسهم[٣] في هذه المحاولات ، المتلاحقةِ على مرّ الأجيال ، كلٌّ من الأجراس والأبواق والطُّبول والصفّارات والأعلام . ولقد كان لطواحينِ الهواء ذاتِها ، دورُها في هذا المجال ، وكان

لكلٍّ من أوضاع اذرُعِها معناه ودلالتُه : ـ فهذا الوضع يعني ولادة ، وذاك وفاة ، وذلـك خطراً...

إلاّ أنَّ هذه الوسائلَ كانت محدودةَ الدلالة ، عاجزةً عن نقل رسائلَ مفصَّلة معقَّدة ، ما لم تتعدَّد إشاراتُها وتتعقَّد . ثمّ إنَّ بعضَ الرسائل والمعلومات كانَ يَفرِض التحفُّظَ والسِّريَّة ، وما كان يجوز أنْ يقعَ عليه عدوّ .

ولذا عرض « غليوم أُمونتون » ، ( وهو عالم فيزيائيّ فرنسي ) ، سنة ١٦٩٠ ، مشروعاً يقضي بإقامةِ مراقِبين مُزوَّدِين بمناظر مُقرِّبـة ، مهمَّتُهُم أَنْ يلاحظوا الإشارات المُعطاة ، وأن يتناقلوها . أمّا معنى تلك الإشارات فما كان يفهمُه الّا المركزان الواقعان على طرفَي الخطّ ... ولكنّ « أمونتون » كان ، لسوء الحظّ ، أطرشَ مرتبكاً خجولاً ، فلم يتمكّن من إقناع الناس بجدوى[٤] اختراعه . فأُهمِل هذا الاختراع ، وما لَبِث أنْ طمَسَه[٥] النِسيان .

في القرن التالي ، وفي ضواحي مدينة « أَنجيه » ، كان الأكليريكيّ الشـاب « كلود شاپ » ( ١٧٦٣ – ١٨٠٥ ) يُتابع دروسَه ، في إكليريكيّـة تقعُ على بُعد نصف ميـل من منزله ؛ فخطر له أنْ يتَّصِل بإخوتـه ، بواسطة مسطرة من خشب . تدور على محور ، وتحمل في طرفَيها مِسطرتَينْ صغيرتين متحرِّكتين . استطاع « شاپ » ، بهذا الجهاز[٦] البسيط أنْ

وضعٌ في أذرع الطاحونة يحمل الى الجيران بُشرى مفرحة .

« أشجار التمتام » ، في جزر سليمان : وسيلة سمعيّة لنقل الرسائل .

يَحصلَ على مئةٍ واثنين وتسعين وَضعاً مختلفاً ، كان بإمكان مِقرابٍ[٧] أنْ يتبيَّنها ويقرأَهـا .

قُبلت الفكرةُ هذه المرّة ؛ وفي سنة ١٧٩٣ تقدَّم الأبُ « شاپ » من مفوَّضِي الدولة ، بجهاز مُماثِل مكبَّر مُحسَّن ؛ وقام بالتجارب الأولى بين مدينتَي « مينيلمُنتـان » و « سان مَرتان دي تِرتِر » . كان الجهازُ يحرَّك من قاعدتِه ، بواسطة أَمراس يَشُدُّ بها موظَّفٌ خـاصّ .

وضع المفوَّضان « لاكانال » و « دانو » ، عن هذا الاختراع ، تقريراً إيجابيّاً مؤيِّداً ، حمل مجلس النوّاب على تبنِّيـه ، وتكليف مخترعِه ببناء خطٍّ تلغرافيّ هوائيّ يصـل « باريس » « بِليـل » . وأَرفق المجلسُ هذا التكليفَ برُخصـة تخوِّل « شاپ » حقَّ قطعِ الأشجار العائقة ، وحقَّ إقامة مراكزِ الترحيـل[٨] ، على المرتفعـات والأبراج ، والجَرَسيَّـات والأبنيـة المناسبة . والجدير بالذكر ، أنَّ مُعظمَ المراكز التي وقع عليها اختيـار « شاب » ، اعتُمد في أيّامنـا لإقامة مراكز الترحيـل الإذاعيّـة ...

تلغراف « شاب » ذو الإشارات البصريّة ، الذي أُقيم على هضبة « مونمارتر » ، بالقرب من كنيسة القديس بطرس .

تمَّت إقامةُ هذا الخطّ ، بين باريس و « لِيل » ، في غضون ستَّة أشهر ؛ وفي أوَّل أيلول ١٧٩٤ ، نَقل هذا الخطُّ ، بالتفاصيل الكاملة ، نبأ الانتصار المجيد الذي استُرجِعت فيه مدينةُ « كُنديه » من النمسَوِيِّين .

عُيِّن « شاب » مديراً للتلغراف ، وكُلِّف بإنشاء شبكة كاملة . الاّ أنّه ، لمّا رأى البعضَ يُنكر عليه أَولَوِيَّة الفضل في اختراعِه ، استبدَّت به الكآبة والسُّويداء ؛ وما لبث اليأس أن حملَه على إلقاءِ نفسه في بئر ، تقع بالقرب من البيت الذي كان قد أقام فيه مَشغلَه .

## التفسير

١ – المُغرق في القِدَم : القديم جداً جداً .
٢ – مدى : مسافة ، مجال .
٣ – أسهم في عمَل : إشترك فيه .
٤ – جدوى : نَفع .
٥ – طَمَسَه النسيان : غطّاه النِسيان .
٦ – الجهاز : الآلة .
٧ – مِقراب : منظار مقرِّب لصورة الأشياء .
٨ – مراكز الترحيل : مراكز تتلقّى الإشارة وتعود فترسلها وترحِّلها الى مركز آخر .

## الاسئلة

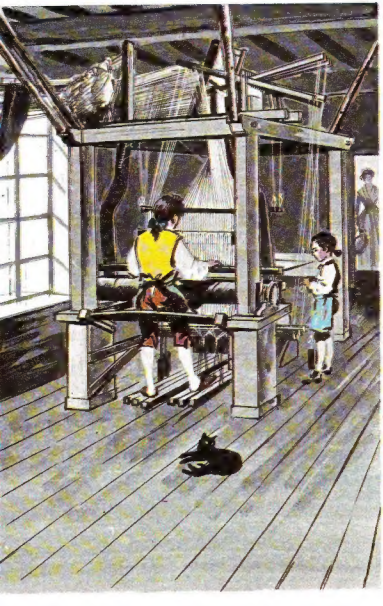
١ – أُذكر وسيلتين من وسائل الاتّصال البصريّة الأولى .
٢ – أُذكر بعض وسائل الاتصال السمعي القديمة .
٣ – أُذكر بعض عيوب هذه الوسائل .
٤ – من كان « كلود شاب » ؟
٥ – ماذا خطر له وهو في الاكليريكيّة ؟
٦ – مِمّا يتركبّ الجهاز الذي اخترعه ؟
٧ – هل أحسن شاب اختيار مراكز الترحيل ؟
٨ – كيف قضى شاب ؟ ولماذا ؟

« شاب » ومُجسَّمَة تلغرافه .

نول حياكة قديم .

أسرة من الأسر الليونيّة التي كانت تعمل في الحياكة على النول اليدوي ، قبل اختراع حاكار .

# مِنَ النَسيجِ البدائيِّ إلى نَولِ الحِياكة



كان أُناسُ ما قبلَ التاريخ قد مارسوا فنّ النَسْج : ففي عصر الشَبَه [1] ، كانت تُصنَع أنسجةٌ من الكتّان ؛ وكان بعضُ هذه الأنسجة يَجمعُ بين خيوطٍ مختلفةِ الألوان . وكان الحائكون يَستعملون أنواعاً من المغازل الخزَفيّة أو الحجريّة ، وأوزاناً وأثقالاً يشدُّون بها الخيوط .

وفي الأزمنة القديمة [2] ، عرَفت بلادُ الشرق الأقصى ، والهند ، ومصر ، وما بين النهرين ، واليونان ، وروما ، نَولَ [3] الحياكة . ولقد ظلَّ هذا النَول يَعمل بقوَّة الذراع ، حتّى نهايةِ القرن الثامنَ عشر ، حيثُ تحقَّقت أُولى محاولاتِ التصنيع الميكانيكيّ . ولَسوف يُفيد [4] هذا الاتِّجاهُ

الجديد إفادةً حاسمة ، من الإسهام [٥] الذي سيوفِّره « جوزف ماري جاكار » ( ١٧٥٢ – ١٨٣٤ ) .

كان هذا « الليونيُّ » الفتى ابناً « لعامل ماهر من عمّال حياكةِ الأنسجة المقصَّبة بالذهب والفضّة ، و« لعاملة في قراءةِ رُسوم الحياكة » . كانت مسألةٌ من مسائل الحياكة تشغل بالَه ، الاّ وهي كيفيّةُ إلغاءِ عمليّةِ « السَّحب » المُضنِيَة ، التي طالما تألَّم منها وهو صبيٌّ ، والتي تأذَّت منها صِحَّتُه . فلقد اضطُرَّ ، منذُ أنْ بلغَ العاشرةَ من عمره ، أن يَقضي الساعاتِ الطويلة كلَّ يوم ، مُمسِكاً بحبلٍ متَّصلٍ بمجموعة ثقيلة في الحلَقات ومثاقيل الرصاص ، عاملاً على « سَحْبِ » خيوط اللُّحمة [٦] ، كلَّما تحرّك المكُّوك ، وذلك ليشدَّ خيوطَ العرض ويرصَّ خيوط الطول المشدودة التي تشكِّل سَدى [٧] النسيج .

في مرحلة أولى ، صنع جاكار في مدينة ليون جهازاً يحلُّ محلّ ساحب خيوط اللُحمة ؛ الاّ أنّه كان من التعقيد بحيث لم يكن صالحاً للاستعمال العمَليّ . ثم بنى نولاً آخرَ ميكانيكيّاً ، لصنع شِباك الصيد . وكان هذا الجهاز ، كالجهاز السابق ، يُحرَّك بواسطة دَوَّاسة تُوزِّع على الخيوط المركبَّة على النَول ، عُقَداً متساويةَ البُعـد .

تحدَّث محافظُ مدينة ليـون الى السلطات العُليا عن هذا النَول ؛ فتلقّى

حائكة « باليتة » .

مشهد من مشاهد العداء التي واجه بها عمّال مصانع الحرير في ليون جاكار ، وكادوا يرمونه على أثرها في نهر « الرون » ، يوم اعتقدوا أن اختراعه سيقضي عليهم بالبطالة .

جاكار أمراً بالذهاب إلى باريس ، في عَربة خاصة ، وتحت حراسة اثنين من رجال الدَّرَك . قاده الدركيَّان رأساً الى القاعة السُفلى من المُتحَف الوطني الحديث العهد ، الخاصِّ بالفنون والحِرَف[٨] ، فدخل عليه رجُلان وتحدَّاه أحدُهما بأن يعقد عُقدةً واحدة في خيطَين مشدودَين : كان ذاك الرجلُ « كرنُو » العظيم « منظِّمَ الإنتصار » وقد اعتقد أنَّه في حضرة دجَّال من الدجَّالين . لم يضطرب جاكار ، بل واجه التحدِّي بالثقة ، وقدَّم الدليل العملي على صحّة اختراعه . إذ ذاك هنَّأه « كرنو » ، كما هنَّأه الشخصُ الآخر الذي لم يكن غيرَ « بونابرت » نفسِه .

بعد ذاك بقليل ، وفي ذلك المُتحَف بالذات ، كُلِّف جاكار بتنظيم « مكتب الآلات » الذي أَورثَه « فوكنسون » لويسَ السادسَ عشر . فتسنَّى له ان يُعيدَ تركيبَ النَول الذي ابتدعه مخترعُ ذاتيّات التحرّك الشهير ؛ ولسوف يَقتبسُ[٩] فكرته لبناء نَول جديد يُضيف اليه جهازَ الاختيار المعتمِدَ على الكرتون المثقَّب ، الذي تخيَّله « فلكسون » . هكذا ، بكلِّ بساطة ،

وُلِدت « ميكانيكيَّة جاكار » ، التي كان ينتظرُها مستقبلٌ لامع زاهر .

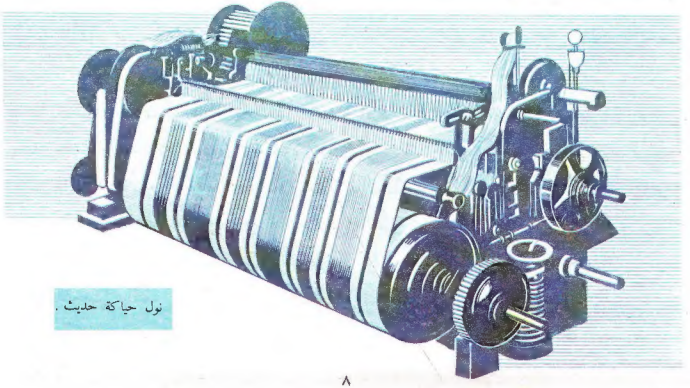
أفادَ نَولُ الحياكة ، منذ ذلك التاريخ ، من تَحسيناتٍ وتطويراتٍ كثيرة ؛ فأُدخِلت عليه تجهيزات آليّة متكاملة[10] سمحت بزيادة الإنتاج وتحسين النوعيّة .

التفسير

١ – عصر الشَّبَه : عصر البرونز .
٢ – الأزمنة القديمة من التاريخ : الأزمنة السابقة للميلاد .
٣ – نول الحياكة : آلة الحياكة .
٤ – أفادَ يُفيد : إنتفع .
٥ – الإسهام : من أسهم يُسهم : شارَك مشاركة .
٦ – لُحمَة النسيج : خيوط العرض .
٧ – سَدى النسيج : خيوط الطول .
٨ – الحِرَف : جمع حِرفة : مهنة .
٩ – إقتبسَ الفكرةَ يقتبسُها : أخذها ، استمدَّها .
١٠ – متكاملة : يكمّلُ بعضُها بعضاً .

الاسئلة

١ – هل عُرِف فنّ النسيج ، في أزمنة ما قبل التاريخ ؟
٢ – كيف كان يَعمل الحائك على النول القديم ؟
٣ – من هو جان ماري جاكار ؟
٤ – ما الذي دفع « جاكار » الى تطوير النَول اليدوي ؟
٥ – ما هي عمليّة « السحب » في الحياكة ؟
٦ – ماذا كان يصنع أوّلُ نول ميكانيكيّ بناه جاكار ؟
٧ – من استقدم جاكار الى باريس تحت الحفظ ؟
٨ – من أين اقتبس جاكارُ فكرة النول الميكانيكيّ .
٩ – ما هي فوائد نَول جاكار ؟

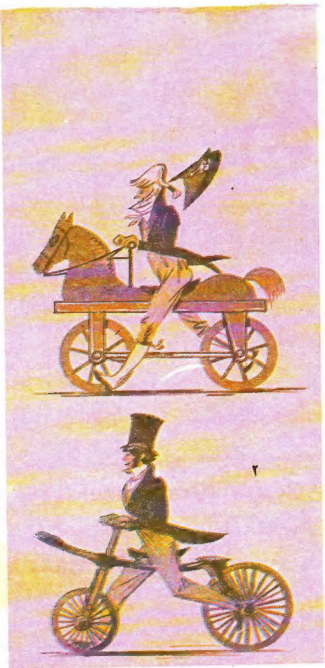


نول حياكة حديث .

# الدّراجة الأولى وذرّيّتها

حتى سنة ١٧٩٠ ، كان دولابا كلّ عربة ذاتِ دولابين يُركَّبان متوازيَيْن . ثم أتى الكونت « دي سِيْفرا » ، فخطرت له فكرة غريبة ثوريّة حقّاً ، وهي أن يضع هذين الدولابين الواحد خلف الآخر ، في سطح واحد ، وأنْ يصِلَهما بعارضة [١] يمكن لمن امتطاها [٢] ان يجلس منفرج الساقين ، وان يُمسك بقضيب عموديّ مُثبَتٍ أمامه ، ويتقدّم معتمداً على الأرض بقدَم بعد أخرى . صادف هذا « الحامل السريع » (Célénifère) نجاحاً كبيراً أيّام « مجلس الإدارة » ، ولقد جُمِّلت عارضتُه الخشبيّة فاتخذت صورة الأسد أو الثعبان أو الحصان أو غيره .

لن تلبث هذه الآلة أن تفيد من تحسين أوّل : ففي ربيع ١٨١٨ تسنّى لهواة النزهة في باريس ، ان يشاهدوا البارون « دريز فون سوربرون » ، يطوف حديقة « تيفولي »



١ – « الحامل السريع » ١٧٩٩
٢ – « الدريزيّة » ١٨٢٥

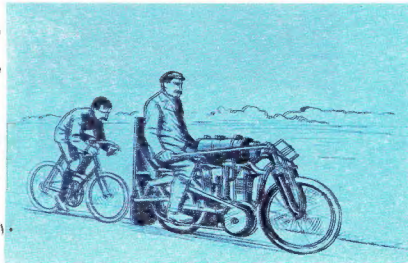
٣ – « الدرّاج الكبير » ١٨٨٥ ح
٤ – ظهور الدوّاسة والسلسلة .
٥ – « الملكة الصغيرة » ١٩٠٠

٦ – درّاجة هوائيّة حديثة ، قابلة للطيّ .

على درّاجة ذات مِقْوَد متحرِّك كان قد اخترعه . دُعِيت هـذه الدرّاجـة « دِريزيّة » (Draizienne) ، وسرعان ما شاع استعمالها في الأوساط الراقيـة ، في فرنسا وعبر « المانش » .

وعامَ ١٨٨٥ ، ركَّب صانعُ العربات « إرنست ميشـو » على محور الدولاب الأمامي في « الدريزيّة » دوّاستَين ، فدُعِيَت « الدريزيّة » « ذات الدولابين » (bicycle) وإذْ لم يكن الدولاب العاديّ يسمح بالتقدّم أكثر من مِترين اثنين ، لدى كل دورة من دورات الدوّاسة ، زيدَ قطرُ الدولاب الأمامي لتأمين مسافة أطول . هكذا وُلِد

أوّل درّاجة ناريّة ١٩٠٥



٢

الدرّاجُ ذو الدولاب الكبير ، الذي كان المقعدُ يستقرّ في أعلاه ، على إرتفاع مترين من الأرض . وما كان امتطاء هذا الدرّاج الخطِر أو النزولُ عنه ممكناً ، دون اللجوء إلى بعض الحركات البهلوانيّـة . أمّا التوقّف ، ولم يكن الكابحُ [٣] قد عُرِف بعد ، فكان يفرض القفزَ الى الأرض قفزاً .

سنة ١٨٧٩ زَوَّد الإنكليزيّ « لوسن » الدرَّاجَ بتعديلَين مختلفين : فمن ناحية ، أَضاف سلسلةً تنقلُ الحركة من محور الدَوْس إلى الدولاب الخلفيّ الذي غدا هو المحرِّك ؛ ومن ناحية ثانيـة ، زوّد الدرّاج بإطارٍ يجمع ما بين الدولابين ، ويحمل المقعد وجهازَ الدوس والمِقوَد والشوكة الأماميّـة . وما لبث مواطنه « ستارلي » ، عام ١٨٨٥ أن ساوى بين قُطرَي الدولابين ، فغدا نموذَجُه هذا المعروف « بالروفر » الدرّاجة الأولى . ثم ظهر الدولاب الحرّ ، ممّا فرض إضافة مكابحَ مناسبة ، لأن جهاز الدَوس فَقَدَ كلَّ دور له في تخفيف سرعة الدرَّاجة وإيقافها ، لاسيّما في المنحدرات . هذا وكان تجميد الدواستَين المفاجىء قد طرح هذه المشكلة ، لأن الزناجير غالباً ما كانت تنقطع .

ثم وَضع جهازُ تغيير السرعة ، تحت تصرّف الراكب ، عدّةَ امكانات لمضاعفة سرعته ، ومكنّه من تعديل [٤] الجُهد الذي يبذله وفقاً لأوضاع الطريق . ثم فقدت الدرّاجة من وزنها واكتسبت مزيداً من الصلابة [٥] ، بفضل المعادن الخفيفة التي أمكن الحصول عليها ، عن طريق المزج والخلط . ثم زُوِّدت الدرّاجة بمحرّك ذي احتراق داخليّ ، فظهرت أنواعٌ من الدرّاجات الناريّة فيها البطيء والسريـع ، والضعيف والقويّ ، والجبّـار . الاّ ان كلّ مركبة

حاليّـة ذات دولابين ، تعتمد كسالفاتها المبدأ الميكانيكيّ القائـل بأنَّ محورَ كلّ جسم دائر يميل الى الإحتفاظ بالاتجاه ذاتـه : وهكذا متى بلغت سرعة الدوَران حدّاً معّيناً ، تأمَّن التوازُن .

درّاجة ناريّة سريعة .

التفسير

١ – عارضة : لوحة تصل ما بين الدولابين .
٢ – امتطاها : ركبَها .
٣ – الكابِح : جهاز تخفيف السرعة .
٤ – تعديل : تغيير ( عدّل )
٥ – الصلابـة : المتانـة .

الاسئلة

١ – أية فكرة ثوريـة خطرت « للكونت دي سيفرا » ؟
٢ – أيّ تعديل أدخل البارون « دريز » على الدرّاجة ؟
٣ – لماذا جُعل الدولاب الأماميّ في الدرّاج أكبرَ من الدولاب الخلفي !
٤ – ما فضـل « لوسن » على الدرّاج ؟
وما فضل « ستارلي » ؟
٥ – أيّ تعديل فرض ادخال المكابح على الدرّاجة ؟ وكيف كانت تُوقف قبلاً ؟
٦ – ما هو المبدأ الذي يفسّر توازن الدرَّاجـة ؟

## وِلادَة حَضارَة

١ ـ من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • الشيطنة على النار • ولادة الكتابة
٢ ـ الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيّارة الورق ، أكبر من لعبة بسيطة
٣ ـ آلات قياس الوقت • الورق ، مطية الفكر • الطرقات ، سبيل اتصال بين الشعوب
٤ ـ السيطرة على المعادن • المرأة : من دنيا التيه الى دنيا العلم • رسائط ذاتيات الحركة
٥ ـ من الطاحون الى المنظار الى المقراب • الرسم الناري يصبح آلة تحرث ما تحت الأرض • الصابون واللطخات الناقصة

## اَلتِّقْنِيَّة تَقوم بأولى تحدِّياتِها الكَبيرة

٦ ـ الطحنة المائية والطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عجينة خزفية الى ... غد
٧ ـ الأسلحة النارية عدة الهلاك • البوصلة • طوق الكشفين ، في طقس الغيوم ، فملاحو المحيطين
٨ ـ « دولاب بسكال » جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة الى الطيارة • آلات إعداد الطرائع
٩ ـ الخزف على دسارة من الهواء • الحجر في سيطرته على المناخ الصغير • ميزان الضغط .

## مِنَ الحِرَف اليَدَوِيَّة الى الصِّناعَة

١٠ ـ الآلة البخارية • من الرأسمالية الأولى الى الصفوف العريضة • من « الصاعقة » الى « الصاعقة »
١١ ـ الهرومة والطرق المتلاحمة ... • من حرية « كونيو » الجمّارية إلى سيّاراتنا ... • غاية الإدارة ...
١٢ ـ الآلات الالكترونية « شارلب » • فرنكلين » • من المطار إلى البالونات الفضائية .
١٣ ـ المِلْف « شاب » • من الضجيج البدائي الى نزول المحاكة • الصناعة الأولى وزيتها .
١٤ ـ بطارية « فولتا » • عجلات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ ـ « ليفلك » و « السيتيكوب » • علب الحفريات التي تعدّ بالمليارات • الزجاجات في العمل
١٦ ـ التلغراف الكهربائي يخنق عصر رجائم ... • آلة المباطحة • عجلة التصوير تنفخ على كل شيء .
١٧ ـ لوحة الألوان المركبة • الحرف المتغير جوهر ملايين السيارات • التنويع المحذر .

## العالَم يُبدِّل مَعالِمَ وَجهِهِ

١٨ ـ السينماتيك للسرّاء والضرّاء • عصر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ ـ صناعة البرد • السينما مولد التيار • الحرف الكهربائي • من الفيلوليوب الى الليزانج .
٢٠ ـ الميكروفيلم يضع كتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الرام والقاطرة الكهربائية
٢١ ـ سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهائي الى الالكتروفون
٢٢ ـ عجرة الهواء والعجرة المطاط • عصر الحديد في البناء • أنبوب أشعة أكس يقهر الكثافة .
٢٣ ـ من الفتوستكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يحفر بالأمل الرحبة
٢٤ ـ محرك ديزل يحرك من قرامة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البليتوغراف
٢٥ ـ زجاج لا يجرح • آلات تولب العواصف • الصور الحرية على الشاشة الصغيرة .

## مِنَ الذَّرَّة الى الفَضاء

٢٦ ـ كاشفات الجزيئات الرقيقة • الرقيقة الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الغيوم ساعة
٢٧ ـ الرادار الساهر • من الأجهزة القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ ـ الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأقمار التي تتوقع لنا طاقة المستقبل

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ، والمناطيد والغوّاصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية بفضل البخار والكهرباء والآلة . فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع : من القاطرة والسكة الحديدان الثقاب ، ومن التلغراف إلى التصوير الشمسي ، ومن الدراجة إلى التربينة ...

تأليف : ف. لوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة وإعداد : سهيل سماحة

Copyright: Librairie Hachette.